

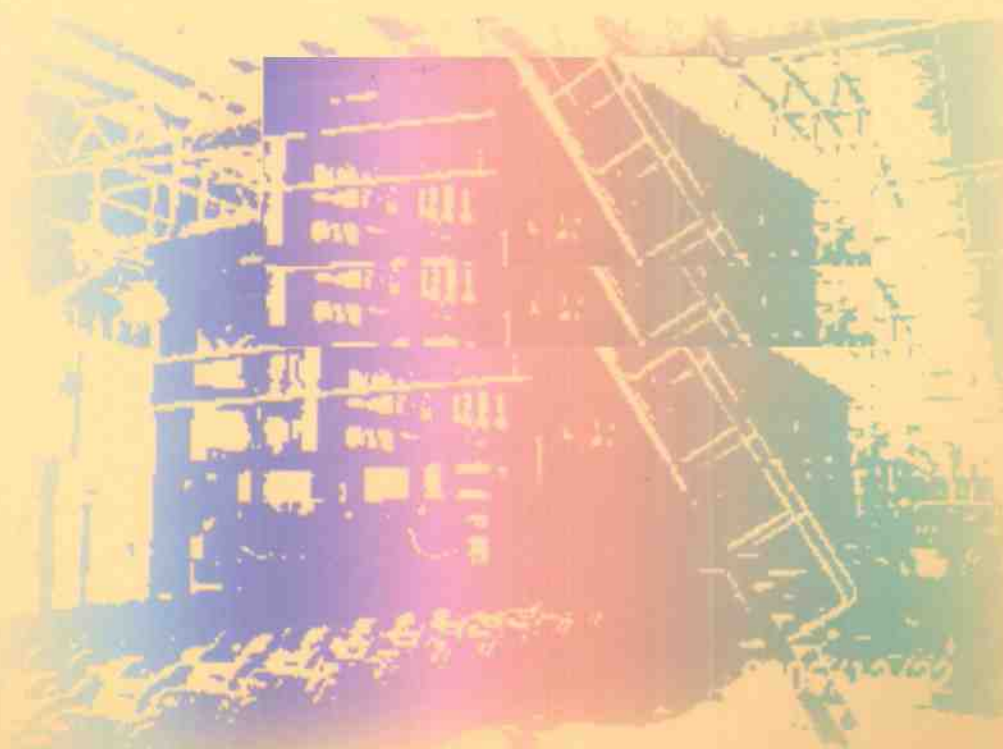


人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
冶金行业职业教育培训规划教材

冶金厂热处理技术

YEJINCHANG RECHULI JISHU

刘宗昌 李慧琴 冯佃臣 等编著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
冶金行业职业教育培训规划教材

冶金厂热处理技术

刘宗昌 李慧琴 冯佃臣 等编著

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

冶金工业出版社

北京

冶金工业出版社

冶金工业出版社

2010

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书为冶金行业职业技能培训教材,是参照冶金行业职业技能标准和职业技能鉴定规范,根据冶金企业的生产实际和岗位群的技能要求编写的。

本书在论述热处理基本原理和工艺的基础上,叙述了冶金厂热处理新技术、新工艺,重点阐述了钢锭、钢坯、锻轧材的节能退火、去氢退火、软化退火以及钢材控轧控冷等新知识。

本书可作为冶金行业职业教育的培训教材,也可作为金属材料等相关专业的教材,还可供从事冶金、铸造、锻压、焊接、热处理、压力加工、粉末冶金以及材料开发研究等行业的科研人员、技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

冶金厂热处理技术/刘宗昌等编著. —北京:冶金工业出版社, 2010. 7

冶金行业职业教育培训规划教材

ISBN 978-7-5024-5267-4

I. ①冶… II. ①刘… III. ①冶金工厂—热处理—技术培训—教材 IV. ①TF087

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 085025 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcb@cnmip.com.cn

责任编辑 尚海霞 美术编辑 张媛媛 版式设计 葛新霞

责任校对 栾雅谦 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5267-4

北京印刷一厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2010 年 7 月第 1 版;2010 年 7 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16;12.5 印张;335 千字;185 页

35.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

冶金行业职业教育培训规划教材

编辑委员会

主任 张 海 中国钢协人力资源与劳动保障工作委员会教育培训研究会
主任,唐山钢铁集团公司副总经理

曹胜利 冶金工业出版社 社长

副主任 董兆伟 河北工业职业技术学院 院长

鲁启峰 中国职工教育和职业培训协会冶金分会秘书长
中国钢协职业培训中心 副主任

顾 问

北京科技大学 曲 英 王筱留 蔡嗣经 杨 鹏 唐 荻 包燕平
东 北 大 学 翟玉春 陈宝智 王 青 魏德洲 沈峰满 张延安

委 员

首钢集团总公司	王传雪	舒友珍	宝钢集团有限公司	杨敏宏
武汉钢铁集团公司	夏汉明	孙志桥	鞍山钢铁集团公司	尹旭光
唐山钢铁集团公司	罗家宝	武朝锁	本溪钢铁集团公司	刘恩泉
邯郸钢铁集团公司	尤善晓	石宝伟	江苏沙钢集团公司	巫振佳
太原钢铁集团公司	毋建贞	孟永刚	莱芜钢铁集团公司	刘祖法
包头钢铁集团公司	李金贵	张殿富	江西省冶金集团公司	张朝凌
攀枝花钢铁集团公司	张海威	许志军	韶关钢铁集团公司	李武强
马钢集团公司	唐叶来	王茂龙	宣化钢铁集团公司	尹振奎
济南钢铁集团总公司	李长青	曹 凯	柳州钢铁集团公司	刘红新
安阳钢铁集团公司	魏晓鹏	马学方	杭州钢铁集团公司	汪建辉
华菱湘潭钢铁集团公司	文吉平	李中柱	通化钢铁集团公司	荆鸿麟
涟源钢铁集团公司	毛宝粮	袁超纲	邢台钢铁公司	李同友
南京钢铁联合公司	包维义	陈龙宝	天津钢铁集团公司	张 莹
昆明钢铁集团公司	孔繁工	马淑萍	攀钢集团长城特钢公司	朱云剑
重庆钢铁集团公司	田永明	岳 庆	西林钢铁集团公司	夏宏钢
福建三钢集团公司	卫才清	颜觉民	南昌长力钢铁公司	胡建忠

委 员

萍乡钢铁公司	邓 玲	董智萍	江西新余钢铁公司	张 钧
武钢集团鄂城钢铁公司	袁立庆	汪中汝	江苏苏钢集团公司	李海宽
太钢集团临汾钢铁公司	雷振西	张继忠	邯郸纵横钢铁集团公司	阚永梅
广州钢铁企业集团公司	张乔木	尹 伊	石家庄钢铁公司	金艳娟
承德钢铁集团公司	魏洪如	高 影	济源钢铁集团公司	李全国
首钢迁安钢铁公司	习 今	王 蕾	天津钢管集团公司	雷希梅
淮阴钢铁集团公司	刘 瑾	王灿秀	华菱衡阳钢管集团公司	王美明
中国黄金集团夹皮沟矿业公司		刘成库	港陆钢铁公司	曹立国
吉林昊融有色金属公司		赵 江	衡水薄板公司	魏虎平
河北工业职业技术学院	袁建路	李文兴	河北省冶金研究院	彭万树
昆明冶金高等专科学校	卢宇飞	周晓四	津西钢铁公司	王继宗
山西工程职业技术学院	王明海	史学红	鹿泉钢铁公司	杜会武
吉林电子信息职业技术学院	张喜春	陈国山	中国钢协职业培训中心	梁妍琳
山东工业职业学院	王庆义	王庆春	有色金属工业人才中心	宋 凯
安徽冶金科技职业学院	郑新民	梁赤民	河北科技大学	冯 捷
中国中钢集团	刘增田	秦光华	冶金职业技能鉴定中心	张志刚

特邀委员

北京中智信达教育科技有限公司	董事长	王建敏
山东星科教育设备集团	董事长	王 继

秘 书

冶金工业出版社 宋 良 (010-64027900, 3bs@cnmip.com.cn)

序

吴溪淳

改革开放以来,我国经济和社会发展取得了辉煌成就,冶金工业实现了持续、快速、健康发展,钢产量已连续数年位居世界首位。这其间凝结着冶金行业广大职工的智慧 and 心血,包含着千千万万产业工人的汗水和辛劳。实践证明,人才是兴国之本、富民之基和发展之源,是科技创新、经济发展和社会进步的探索者、实践者和推动者。冶金行业中的高技能人才是推动技术创新、实现科技成果转化不可缺少的重要力量,其数量能否迅速增长、素质能否不断提高,关系到冶金行业核心竞争力的强弱。同时,冶金行业作为国家基础产业,拥有数百万从业人员,其综合素质关系到我国产业工人队伍整体素质,关系到工人阶级自身先进性在新的历史条件下的巩固和发展,直接关系到我国综合国力能否不断增强。

强化职业技能培训工作,提高企业核心竞争力,是国民经济可持续发展的重要保障,党中央和国务院给予了高度重视。在2003年的全国人事工作会议上,中央再一次明确了人才立国的发展战略,同时国家已经着手进行终身学习法的制定调研工作。结合《职业教育法》的颁布实施,职业教育工作将出现长期稳定发展的新局面。

为了搞好冶金行业职工的技能培训工作,冶金工业出版社同河北工业职业技术学院、昆明冶金高等专科学校、吉林电子信息职业技术学院、山西工程职业技术学院和中国钢协职业培训中心等单位密切协作,联合有关的冶金企业和职业技术学院,编写了这套冶金行业职业教育培训规划教材,并经劳动和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过,给予推荐。有关学校的各级领导和教师在时间紧、任务重的情况下,克服困难,辛勤工作,在有关单位的工程技术人员和教师的积极参与和大力支持下,出色地完成了前期工作,为冶金行业的职业技能培训工作的顺利进行,打下了坚实的基础。相信本套教材的出版,将为企业生产一线人员的理论水平、操作水平和管理水平的进一步提高,企业核心竞争力的不断增强,起到积极的推进作用。

随着近年来冶金行业的高速发展,职业技能培训工作也取得了巨大的成绩,大多数企业建立了完善的职工教育培训体系,职工素质不断提高,为我国冶金行业的发展提供了强大的人力资源支持。我个人认为,今后的培训工作重点,应注

意继续加强职业技能培训工作者的队伍建设,继续丰富教材品种,加强对高技能人才的培养,进一步加强岗前培训,加强企业间、国际间的合作,开辟新的局面。

展望未来,任重而道远。希望各冶金企业与相关院校、出版部门进一步开拓思路,加强合作,全面提升从业人员的素质,要在冶金企业的职工队伍中培养一批刻苦学习、岗位成才的带头人,培养一批推动技术创新、实现科技成果转化的带头人,培养一批提高生产效率、提升产品质量的带头人;不断创新,不断发展,力争使我国冶金行业职业技能培训工作跨上一个新台阶,为冶金行业持续、稳定、健康发展,做出新的贡献!

前 言

本书是按照人力资源和社会保障部的规划,受中国钢铁工业协会和冶金工业出版社的委托,在编委会的组织安排下,参照冶金行业职业技能标准和职业技能鉴定规范,根据冶金行业的生产实际和岗位群的技能要求编写的。书稿经人力资源和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过,由人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐作为冶金行业职业技能培训教材。

本书在论述热处理基本原理和工艺的基础上,叙述了冶金厂热处理新技术、新工艺,重点阐述了钢锭、钢坯、锻轧材的节能退火、去氢退火、软化退火以及钢材控轧控冷等新知识。其中包括内蒙古科技大学近年来的科研成果,这些内容是我国材料科技工作者 21 世纪以来最新的技术创新,已经获得显著经济效益。

全书共 14 章,第 1 章、第 2 章为热处理基本知识;第 3 章~第 8 章重点叙述退火新工艺,如钢锭节能退火新工艺、大锻件去氢退火新工艺、锻轧材软化退火新工艺以及消除混晶、减轻带状组织、塑料模具钢的预硬化处理等新工艺和新技术等;从第 9 章开始,讲述热轧盘条的在线热处理、中厚钢板的热处理、钢轨热处理、钢管热处理、冷轧带钢热处理、硅钢的热处理等型材的控轧控冷、热处理新技术和新工艺。

该书涉及的新理论、新工艺是内蒙古科技大学在抚顺钢厂等冶金企业进行技术服务和科研合作的成果,创造了显著经济效益,曾获得省部级科技进步奖 8 项、地市级科技进步奖 2 项。

本书的主要特点是:

(1) 较为全面地总结了我国冶金企业改革开放以来在钢材热处理生产中取得的新工艺和新成果。

(2) 阐述了特殊钢钢锭、钢坯、锻轧材的去氢、节能减排、高效退火新工艺、

控轧控冷新技术等,实现理论向技术的转化。

本书为冶金行业职业教育培训规划教材,也可作为金属材料专业选修课教材,还可供从事冶金、铸造、锻压、焊接、热处理、压力加工、粉末冶金以及材料开发研究等行业的科研人员、技术人员参考。

全书内容由刘宗昌策划并负责统稿。第1章、第3章~第8章由刘宗昌撰写,第2章、第11章、第14章由冯佃臣撰写,第9章、第10章、第12章由李慧琴撰写,第13章和各章复习思考题由邢淑清撰写。

本书内容几经修改和补充,但仍然难免有疏漏和不完善之处,敬请读者指正。在撰写时参考了一些书刊、论文资料的有关内容,谨此致谢。

刘宗昌

2010年3月

目 录

1 热处理基本原理	1
1.1 钢中的固态相变类型	1
1.1.1 按相变的平衡状态分类	1
1.1.2 按原子的迁移特征分类	3
1.2 铁碳相图和C曲线	3
1.2.1 铁碳相图	4
1.2.2 动力学曲线——C曲线	5
1.3 钢的加热转变	7
1.3.1 奥氏体组织	7
1.3.2 奥氏体的形成	8
1.4 共析分解与珠光体	10
1.4.1 珠光体的组织结构和定义	10
1.4.2 珠光体的组织形态	10
1.4.3 共析分解过程	11
1.4.4 粒状珠光体的形成	14
1.5 马氏体相变	15
1.5.1 马氏体的定义	15
1.5.2 钢中马氏体的物理本质	16
1.5.3 马氏体的力学性能	18
1.6 贝氏体与贝氏体相变	19
1.6.1 贝氏体的组织形貌	19
1.6.2 贝氏体相变的过渡性	22
1.6.3 贝氏体的定义	23
1.6.4 关于贝氏体相变机制	23
1.7 淬火钢的回火转变	24
1.7.1 碳素钢马氏体的脱溶	24
1.7.2 回火时 α 相的变化	26
1.7.3 淬火钢回火组织的概念	28
复习思考题	28
参考文献	29
2 冶金厂常用热处理工艺	30
2.1 加热工艺	30
2.1.1 加热速度	30
2.1.2 加热温度的选择	31
2.1.3 升温、保温时间	32
2.2 钢的退火与正火	33
2.2.1 退火	33

2.2.2 正火	35
2.3 钢的淬火和回火	37
2.3.1 钢的淬火	37
2.3.2 钢的回火	43
2.4 钢的形变热处理	43
2.4.1 高温形变热处理	43
2.4.2 低温形变热处理	44
复习思考题	45
参考文献	46
3 钢锭退火新工艺	47
3.1 钢锭的退火	47
3.1.1 钢锭退火的目的	47
3.1.2 常规的工艺及存在的问题	47
3.1.3 钢锭退火工艺理论及设计	50
3.1.4 钢锭退火新工艺制定	53
3.2 钢锭退火典型新工艺	55
3.2.1 高速钢钢锭退火工艺	55
3.2.2 高铬镍合金结构钢钢锭退火工艺	56
3.2.3 轴承钢钢锭退火工艺	56
3.2.4 Cr13 型不锈钢钢锭退火工艺	57
3.2.5 合金结构钢钢锭退火工艺	57
复习思考题	58
参考文献	59
4 钢的扩散退火	60
4.1 液析碳化物和消除液析碳化物的退火	60
4.1.1 液析碳化物	60
4.1.2 消除液析碳化物的退火	61
4.2 钢中的白点和防止白点产生的措施	62
4.2.1 钢中的白点	62
4.2.2 防止白点产生的措施	64
4.3 去氢退火工艺设计	65
4.3.1 Fe-H 平衡图及氢在铁中的溶解度	65
4.3.2 氢在钢中的扩散	66
4.3.3 去氢退火工艺设计	66
4.4 典型钢种的去氢退火	69
4.4.1 42CrMo 钢锻件去氢退火	69
4.4.2 5Cr2NiMoVSi、45Cr2NiMoVSi 等特殊钢锻件去氢退火	71
4.4.3 5CrNiMo、5CrMnMo 钢锻件去氢退火	73
4.4.4 4Cr5MoV1Si 模具钢锻件退火	75
4.4.5 35CrNi2Mo、35CrNi3MoV 钢大锻件去氢退火	76
4.4.6 锻轧材的抗冷(缓冷)去氢	77

4.4.7 去氢退火要点	78
4.5 整合去氢退火	78
4.5.1 整合原则	78
4.5.2 各组工艺曲线图	78
复习思考题	80
参考文献	81
5 钢中的带状组织及消除措施	82
5.1 钢中带状组织的形貌	82
5.1.1 带状组织的形貌	82
5.1.2 带状组织的成因	82
5.1.3 热处理对带状组织的影响	84
5.2 带状组织的形成	86
5.2.1 带状组织形成的一般认识	86
5.2.2 原始带状组织和二次带状组织	87
5.2.3 二次带状组织的形成	88
5.2.4 非平衡冷却枝晶偏析引起的带状组织	88
5.3 消除和减轻带状组织的工艺措施	89
5.3.1 均质化退火	89
5.3.2 两相区处理	89
复习思考题	91
参考文献	91
6 锻轧材的软化退火	92
6.1 锻轧材退火软化机理	92
6.1.1 决定退火钢硬度的要素	92
6.1.2 减少零维障碍物的固溶强化作用实现软化	92
6.1.3 减少一维障碍物的强化作用实现软化	92
6.1.4 减少二维障碍物促进软化	93
6.1.5 削弱三维障碍物的强化作用实现软化	93
6.2 应用退火用 C 曲线	95
6.2.1 退火用 C 曲线和淬火用 C 曲线	95
6.2.2 退火用 TTT 图和 CCT 图	96
6.2.3 退火用 C 曲线与淬火用 C 曲线的比较	97
6.2.4 轧锻材退火新工艺	98
6.3 典型钢种锻轧材的软化退火	99
6.3.1 H13 钢大型锻轧材软化退火新工艺	99
6.3.2 X45CrNiMo4 钢锻件的退火软化	100
6.3.3 23MnCrNiMo 煤机链条钢锻轧材的退火软化	102
6.3.4 模具钢 5Cr2NiMoVSi 大锻件的退火软化	103
6.4 各组钢锻件软化退火新工艺	104
6.4.1 整合软化退火工艺的原则	104
6.4.2 整合工艺的编制	104

6.4.3 各类钢的整合工艺曲线	105
复习思考题	109
参考文献	109
7 塑料模具钢及其预硬化处理	110
7.1 塑料模具钢现状	110
7.1.1 塑料制品成形的工作条件及性能要求	110
7.1.2 塑料模具钢钢材的选择及要求	110
7.1.3 热塑性塑料注射模具钢的组织 and 硬度	111
7.2 P20、718 钢的淬透性	111
7.2.1 P20 钢等温转变 TTT 图	111
7.2.2 P20 钢等温转变产物的组织结构	112
7.2.3 718 钢等温转变 CCT 图	113
7.3 塑料模具钢的预硬化处理	114
7.3.1 奥氏体化均温、保温时间确定	114
7.3.2 淬火介质和淬火冷却方法	115
7.4 P20、718 钢预硬化的组织	115
7.4.1 P20 钢的预硬化组织	115
7.4.2 718 钢预硬化组织及硬度	117
7.5 大型锻坯的淬火	118
7.5.1 P20、718 钢锻坯的分类	118
7.5.2 奥氏体化均温、保温时间确定	118
7.5.3 淬火介质和淬火冷却方法	119
复习思考题	120
参考文献	120
8 钢材的粗晶组织及消除措施	121
8.1 混晶组织及消除	121
8.1.1 粗大奥氏体晶粒的组织遗传	121
8.1.2 35CrNi3MoV 钢锻件产生混晶的原因	122
8.1.3 防止混晶的工艺	123
8.2 魏氏组织及消除措施	124
8.2.1 魏氏组织	124
8.2.2 消除魏氏组织的工艺措施	125
复习思考题	126
参考文献	126
9 热轧盘条的在线热处理	127
9.1 盘条的分类	127
9.2 控制轧制和控制冷却	127
9.2.1 控制轧制	127
9.2.2 控制冷却	129
9.3 控制冷却与在线热处理技术的应用	133
9.3.1 钢筋的控制冷却——轧后余热热处理	133

9.3.2 棒材控制冷却	137
9.3.3 采用控轧、控冷工艺实例	139
复习思考题	140
参考文献	140
10 中厚钢板的热处理	141
10.1 中厚钢板生产工艺	141
10.2 中厚板热处理工艺	141
10.2.1 正火	141
10.2.2 退火	143
10.2.3 淬火	144
10.2.4 回火	144
10.2.5 调质处理	145
10.2.6 固溶处理	145
10.3 专用中厚板的热处理	145
10.3.1 压力容器	145
10.3.2 锅炉钢板	145
10.3.3 桥梁钢板	146
10.3.4 造船用钢板	146
10.4 控制轧制与控制冷却	146
10.4.1 控制轧制	147
10.4.2 控制冷却	147
10.5 中厚板在线热处理	149
10.5.1 中厚板在线热处理方法	149
10.5.2 国产首套自主知识产权的辊式淬火机设备及其应用	149
复习思考题	150
参考文献	150
11 钢轨热处理	151
11.1 钢轨的分类	151
11.1.1 根据用途不同分类	151
11.1.2 根据钢种不同分类	152
11.1.3 按钢轨的力学性能分类	153
11.2 钢轨热处理工艺	153
11.2.1 淬火+回火工艺	153
11.2.2 欠速淬火工艺	154
11.2.3 控制轧制加在线处理工艺	155
复习思考题	155
参考文献	155
12 钢管热处理	156
12.1 钢管热处理的目的	156
12.2 钢管热处理的工艺	156
12.2.1 淬火及正火工艺加热温度的确定	156

12.2.2 淬火方式、淬火剂的选择	157
12.2.3 淬火油及水基淬火液的特点	157
12.2.4 淬火时产生的变形分析	158
12.2.5 回火工艺	158
12.3 石油钢管的热处理	158
12.3.1 石油管材淬火加热、保温时间的确定	158
12.3.2 石油管材淬火的要求和判断	159
12.3.3 石油管材常用的淬火方式	159
12.4 高压锅炉管的热处理	159
12.5 轴承管的热处理	159
12.6 不锈钢管的热处理	160
12.7 钢管的在线常化	160
12.7.1 在线常化的目的	160
12.7.2 在线常化工艺	160
12.8 钢管热处理方法的新发展——感应加热热处理	161
12.8.1 感应加热热处理的基本原理	161
12.8.2 感应加热热处理的工艺特点	161
复习思考题	163
参考文献	163
13 冷轧带钢热处理	164
13.1 碳素钢带钢的热处理	164
13.1.1 软化退火	164
13.1.2 球化退火	166
13.1.3 弹簧带钢的调质	166
13.2 低碳沸腾钢带钢的热处理	167
13.3 低碳铝镇静带钢的热处理	170
13.4 热处理设备	172
13.4.1 罩式退火	172
13.4.2 连续退火机组	176
复习思考题	180
参考文献	180
14 硅钢的热处理	181
14.1 硅钢的牌号	181
14.2 硅钢的分类	181
14.2.1 按其成分中硅的质量分数不同分类	181
14.2.2 按其生产加工工艺不同分类	181
14.3 硅钢的热处理	182
14.3.1 硅钢的退火	182
14.3.2 硅钢的氧化和发蓝处理	184
复习思考题	185
参考文献	185

1 热处理基本原理

1.1 钢中的固态相变类型

钢中的固态相变的种类很多,如奥氏体的形成、珠光体转变、贝氏体相变、马氏体相变、淬火钢的回火转变;此外,还有先共析铁素体、渗碳体的析出与溶解,氮化物的脱溶,铜在钢中的脱溶等。钢中的固态相变类型按相变的平衡状态可以分为平衡相变和非平衡相变;按原子的迁移特征分类,可分为扩散型相变、无扩散型相变等。

1.1.1 按相变的平衡状态分类

1.1.1.1 平衡相变

在极为缓慢的加热或冷却的条件下形成符合状态图的平衡组织的相的转变,属于平衡相变。平衡相变有以下几种:

(1) 纯铁的同素异构转变。纯铁在温度、压力改变时,由一种晶体结构转变为另一种晶体结构的过程,称为同素异构转变。铁在不同温度下,具有 α -Fe、 γ -Fe、 δ -Fe 等晶体结构。

(2) 多形性转变。固溶体的同素异构转变称为多形性转变。纯铁中溶入溶质元素形成固溶体时,也发生同素异构转变。如奥氏体是碳及合金元素溶入 γ -Fe 的固溶体。奥氏体能转变为 α -铁素体、 δ -铁素体。同素异构转变和多形性转变是固态相变的主要类型,是固态相变的根源之一。

(3) 共析分解。冷却时,奥氏体同时分解为铁素体和碳化物两个不同成分和结构的相的固态相变称为共析分解。钢中的共析分解为: $A \rightarrow F + Fe_3C$ 。它是母相分解为两相,即共析、共生的过程,不存在领先相。

钢中的珠光体:过冷奥氏体分解为共析铁素体和共析渗碳体(或碳化物)的整合组织。钢中的珠光体组织如图 1-1 所示。图 1-1(a)所示为片状珠光体组织,铁素体和渗碳体两相均呈现片状;图 1-1(b)所示为粒状珠光体组织,基体为铁素体,渗碳体为粒状;图 1-1(c)所示为类珠光体组织,渗碳体形貌不规则,基体也是铁素体。

1.1.1.2 非平衡相变

钢中及有色合金中都能发生非平衡相变,如钢中的伪共析转变、马氏体相变、贝氏体相变等。

A 伪共析转变

某些非共析成分的钢,当奥氏体以较快的速度冷却时,奥氏体被过冷到 ES 线和 GS 线的两个延长线以下,即如图 1-2 所示的阴影线范围时,奥氏体同时满足析出铁素体和渗碳体的条件,将同时析出铁素体和渗碳体,两相共析共生,这一过程称为伪共析转变。

这种珠光体中的铁素体和渗碳体的比例与平衡共析转变得到的珠光体不同,若是亚共析钢冷却得到伪珠光体,其中的铁素体含量较多;若是过共析钢,则其伪珠光体中的渗碳体量较多。

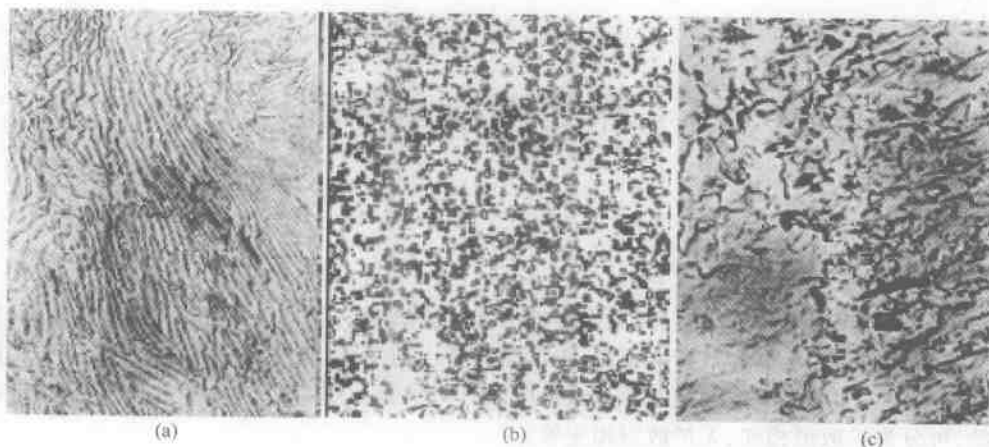


图 1-1 钢中的珠光体组织

(a) 片状珠光体; (b) 粒状珠光体; (c) 类珠光体

图 1-3 所示为碳的质量分数为 0.82% 的碳素钢轧后穿水加风冷后的组织, 它没有网状的渗碳体, 是伪珠光体组织。

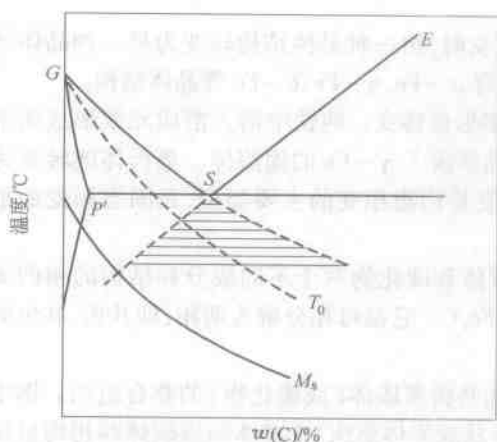
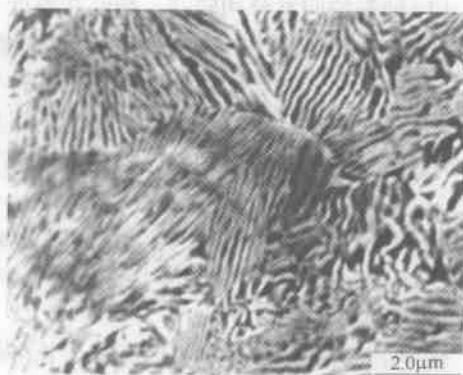
图 1-2 Fe-Fe₃C 相图的左下角及伪共析示意图

图 1-3 过共析碳素钢的伪珠光体组织(SEM)

B 马氏体相变

钢中, 将奥氏体以较大的冷却速度过冷到低温区, 奥氏体以无扩散方式发生转变, 即在 M_s 点以下发生马氏体转变, 得到马氏体组织, 如板条状马氏体、片状马氏体、凸透镜状马氏体、蝶状马氏体等多种组织形态。图 1-4 所示为 20CrMo 钢低碳板条状马氏体的组织形貌, 可见, 组织由细小而不规则的条片状马氏体组成。

马氏体相变的定义为: 在低温区, 原子经集体协同的位移进行无扩散的晶格改组, 得到马氏体整合组织的一级相变, 称为马氏体相变。

马氏体相变获得单相的马氏体组织, 钢中马氏体的定义为: 原子经无需扩散的集体协同的位移完成晶格改组过程, 得到的具有严格晶体学关系和惯习面的, 形成相中伴生极高密度位错、或层错、或精细孪晶等晶体缺陷的整合组织, 称为马氏体。